

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

J1036 U.S. PRO  
09/905053



Import  
Paper  
3/8/02  
J. Vannu

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，

其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申請日：西元 2000 年 10 月 31 日  
Application Date

申請案號：089122933  
Application No.

申請人：應用材料股份有限公司  
Applicant(s)

局長

Director General

陳明邦

發文日期：西元 2001 年 4 月 25 日  
Issue Date

發文字號：09011005930  
Serial No.

申請日期	
案 號	
類 別	

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 新型名稱	中 文	連續之沈積製程
	英 文	
二、發明人 創作	姓 名	一、游宏典 二、陳奕文
	國 籍	一、中華民國 二、中華民國
	住、居所	一、新竹市科學工業園區研發二路32號 二、新竹市科學工業園區研發二路32號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商應用材料股份有限公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道3050號
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 四、中文發明摘要（發明之名稱：

## 連續之沈積製程

一種連續之沈積製程，係以第一化學品和第二化學品為先導化學品組合來填充複數個間隙，其係先利用上述先導化學品組合在上述間隙中形成實質上共形的氧化物薄層，然後逐漸降低上述先導化學品組合之上述第一化學品/上述第二化學品的比例，以形成氧化層填滿上述間隙。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

## 英文發明摘要（發明之名稱：CONTINUOUS DEPOSITION PROCESS）

A continuous deposition process for gap fill. A precursor having a first chemical and a second chemical is used to form a substantially conformal oxide film in some gaps. The ratio of the first chemical over the second chemical is then continuously reduced to form an oxide layer filling the gaps.

## 五、發明說明( )

### 5-1 發明領域

本發明是有關一種半導體製程，特別有關於一種用來填充間隙或溝渠的半導體製程。

### 5-2 發明背景

在傳統(traditional)的溝渠填充技術中，因為其溝渠垂直輪廓會因間隙太小，無法保持平滑，因此常會在填充溝渠時出現一些孔隙(voids)。

為解決上述問題，傳統上曾經提出一種選擇性氧化製程(selective oxidation process)技術，其精神在於使矽(silicon)與氮化物(nitride)上的氧化物沈積速率有差異，亦即使得兩者上的氧化物沈積具有選擇比。更精確地說，傳統上所提出之選擇性氧化製程，可使在矽上的沈積速率因為選擇比(selectivity)上的差距而比在氮化物上的快很多，如第 2 圖所示。把這樣的特性應用在溝渠(trench)填充時，較不會有突懸(overhang)出現，因為在氮化矽上沈積的氧化物非常少。簡而言之，我們稱呼這種製程為由下向上製程(bottom up process)。

由下向上製程(bottom up process)以往是應用在淺溝渠隔離製程(shallow trench isolation; STI)。在這種製程中，

## 五、發明說明( )

所使用的先導化學品組合(precursor)例如是臭氧/四乙基矽酸鹽( $O_3$ /TEOS)氣體。值得一提的是，高比例的  $O_3$ /TEOS 對氮化物(nitride)或熱氧化物(thermal oxide)的敏感度(sensitivity)都很高。

上述  $O_3$ /TEOS 的比例(ratio)可以決定氧化物在矽與氮化物上的沈積選擇比強弱，而且會影響填充能力(filling capability)，此外還會影響對氮化物的敏感度(sensitivity)。於此，我們發現一個趨勢(trend)，也就是臭氧的比例愈高，該先導化學品組合對氮化物的敏感度就愈強。

當我們將原本應用在淺溝渠隔離製程的技術，實現(come out)在間隙填充製程(gap fill process)時，發現有些間隙輪廓很容易填充，有些則仍會有孔隙產生(即使其間隙較大)。請參閱第 1 圖，其所繪示為習知的一種間隙填充製程剖面示意圖。圖中繪有一基底 20，該基底上形成有複數個複晶矽閘極 22，而這些閘極之間則有間隙 27 存在。每個複晶矽閘極 22 的側壁上更形成有氮化矽間隙壁 24，此外，該些氮化矽間隙壁 24、複晶矽閘極 22 和基底 20 上更形成有共形的氮化矽襯層 26。當我們用氧化層 28 填充上述間隙 27 之後，仍發現有些間隙 27 會有孔隙 30 產生，並不容易填充。

## 五、發明說明 ( )

不易填充的原因之一，在於其間隙 27 輪廓不平整。請參閱第 3 圖，這種不平整輪廓是一種不平順(smooth)，而具有凹陷(re-entry)10 的輪廓。

有鑑於此，我們進行了一些製程寬度檢查(window check)。例如，我們使用具有不同臭氧濃度的臭氧/TEOS 來填充間隙，或者使用不同的製程溫度，均無法避免孔隙的產生。換言之，從各種參數的觀點而言，參數的調整對間隙填充或有幫助(improved)，但因為間隙輪廓的問題(issue)，有些間隙中會出現孔隙(voids)。附帶一提的是，即使是在呈錐形(tapered)的微小間隙中，仍會因為其輪廓兩側具有凹陷(re-entry)的緣故，而在填充該間隙時，會有孔隙的產生。

### 5-3 發明目的及概述

本發明的目的之一，在於提供一種間隙填充方法，以減少該些間隙之間氧化物的孔隙(voids)。

為達成上述或其他目的，本發明提供一種連續之沈積製程，用以填充一基底上複數個複晶矽閘極之間的間隙，上述複晶矽閘極側壁上形成有氮化物間隙壁，且上述氮化物間隙壁、上述複晶矽閘極、與上述基底上更形成有實質上共形的氮化物襯層(nitride liner)。上述連續之沈積製程

## 五、發明說明 ( )

係先以臭氧和四乙基矽酸鹽(TEOS)為先導化學品組合在上述氮化物間隙壁、上述複晶矽閘極、與上述基底上形成實質上共形的氧化物薄層。在上述氧化物薄層形成之後，逐漸降低上述先導化學品組合之臭氧/四乙基矽酸鹽的比例，以填滿上述間隙。

根據本發明較佳實施例，上述逐漸降低的步驟係以減少臭氧濃度的方式來進行。

就另一觀點而言，本發明可說是提供了一種填充複數個間隙的方法，其係先以利用具有第一化學品和第二化學品的先導化學品組合在上述間隙中形成實質上共形的氧化物薄層。之後，逐漸降低上述先導化學品組合之上述第一化學品/上述第二化學品的比例，以填滿上述間隙。

### 5-4 圖式簡單說明

為讓本發明之上述和其他目的、技術內容、和功效能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

第 1 圖繪示習知的一種間隙填充製程剖面示意圖；

第 2 圖繪示在矽上的氧化物沈積速率，與在氮化物上

## 五、發明說明( )

的氧化物沈積速率比較示意圖；

第 3 圖繪示一種具有凹陷(re-entry)的輪廓示意圖；以及

第 4A 圖至第 4C 圖繪示根據本發明較佳實施例，一種連續之沈積製程流程剖面示意圖。

圖示標記說明；

10：凹陷(re-entry)

24：氮化矽間隙壁

26：氮化矽襯層

30：孔隙

20、100；基底

22、102：複晶矽閘極

104：氮化物間隙壁

106：氮化物襯層

27、107：間隙

108：氧化物薄層

28、110：氧化層

### 5-5 發明詳細說明

第 4A 圖至第 4C 圖繪示根據本發明較佳實施例，一種



## 五、發明說明( )

連續之沈積製程流程剖面示意圖。請參閱第 4A 圖，複數個複晶矽閘極 102 形成在一基底 100 上，其中每個複晶矽閘極 102 的兩側形成有氮化物間隙壁(nitride spacers)104。此外，在氮化物間隙壁 104、複晶矽閘極 102 和基底 100 上更形成有實質上共形的氮化物薄層(thin nitride layer)，例如是一種氮化物襯層 106。應注意的是，間隙 107 內的氮化物襯層 106 上往往具有習知的缺口(re-entry；參閱第 3 圖)。此外，上述複晶矽閘極彼此之間具有間隙 107。

請參閱第 4B 圖，首先，實施對氮化物敏感度非常高的製程(process)，例如利用一種含有臭氧和 TEOS 的先導化學品組合(precursor)進行氧化物在氮化物薄層 106 上形成一層實質上共形的氧化物薄層 108，使該氧化物薄層 108 具有一點由下而上(bottom up)的現象，並藉以修補溝渠輪廓。然而，我們不以這種方式填滿整個間隙 107。事實上，我們所提出的，是一種連續之沈積製程(sequential deposition)，其中係先實施上述之敏感度高的製程。該敏感度高之製程的好處之一，在於可以把造成間隙 107 輪廓不平整的凹陷(re-entry)補起來。

敏感度高之製程可以填補凹陷(re-entry)的原因之一，在於氮化物的厚度愈厚，臭氧/TEOS 對氮化物的敏感度愈高(沈積也愈慢)；而氮化物的厚度愈薄，臭氧/TEOS 對氮

## 五、發明說明 ( )

化物的敏感度則較低。從第 4A 圖上我們可以知道，間隙 107 兩側的氮化物(氮化物間隙壁 104+氮化物襯層 106)厚度，比底部的氮化物(只有氮化矽襯層 106)厚度來得厚。因此，在起初的時刻，間隙 107 內之氮化矽襯層 106 的凹陷可以慢慢地被氧化物薄層 108 修補起來。這個用於修補之高敏感度製程所形成的氧化物薄層 108 厚度可以約為 200 埃至 800 埃。

接著，請參閱第 4C 圖，隨著時間逐步降低臭氧/TEOS 之比例，而繼續進行氧化物沈積，以形成氧化層 110 填滿間隙。應注意的是，高比例之臭氧/TEOS 製程特點之一，在於其沈積速率較慢，因此我們可以一面以臭氧/TEOS 為先導化學品組合沈積氧化物，一面可隨著時間慢慢調降臭氧/TEOS 的比例，使其沈積速率愈來愈快。如此，由間隙 107 底部沈積上來的氧化物，以及從間隙 107 內兩側向內沈積的氧化物速率逐漸趨於一致，最後填滿整個間隙 107。也因此，我們可以兼顧製程的效能表現(process performance)，也能兼顧沈積速率(deposition rate)。

根據本發明較佳實施例，當間隙 107 輪廓的凹陷(re-entry)被修補完畢之後，所進行之上述的比例調降可持續約 30 秒。

## 五、發明說明( )

曾有人提出先用高比例臭氧/TEOS，再用低比例臭氧/TEOS 進行間隙填充。然而，其問題在於間隙輪廓實在太小，因此當第二階段的沈積實施時，小輪廓的間隙中就會有孔隙(void)產生。我們曾經嘗試這種兩階段的沈積方式，發現在第一階段結束，而第二階段準備要開始之時，又要重新實施起始動作(initial)，也就是又要使臭氧、TEOS 等氣體重新流到間隙中。應注意的是，這時的間隙已先填有第一階段生成的氧化物，其間隙寬度又比原來更窄，也就更不容易讓該些氣體重新進入。

相反地，本發明之先導化學品組合是一直持續不間斷地流入該些間隙的，只是它的臭氧/TEOS 比例慢慢地被我們減少。這個減少的方式例如是逐漸減少臭氧的濃度，或例如是逐漸增加 TEOS。由第 4C 圖我們可以得知，利用本發明填充間隙，不會有孔隙產生。甚者，本發明可填充之間隙甚至可以小到約 0.08 微米，如第 4C 圖最左邊的間隙 107 所示。更且，我們發現，利用本發明可利用同一製造配方(recipe)同時填充各種不同寬度的間隙，不像習知一旦產品不同，就需要因應不同寬度之間隙尋找合適的製造配方。

另一個使我們採連續之沈積的原因，在於連續之沈積可避免界面(interface)的產生。倘若採二階段(或者階段之

## 五、發明說明( )

間明顯劃分)等方式填充間隙，則個別階段氧化物之間易有界面產生，這個界面在將該晶圓樣品泡酸(acid dip)之後，利用顯微鏡觀看時特別清楚，而且這些界面特別容易引發孔洞的生成。應注意的是，若不能避免這些界面的產生，那麼在製程中常用的酸洗過程非常容易在這些界面上形成孔洞，影響膜層品質。這也是本發明要將晶圓樣品泡酸來確認間隙填充氧化物品質的原因之一。

應注意的是，雖然本發明已以複晶矽閘極之間介電層(Inter-Poly Dielectric: IPD)為對象提出實施例如上，但其並非用以限制本發明。事實上，這種連續之沈積的方式亦可應用在淺溝渠隔離(STI)製程之淺溝渠(trenches)中，並不影響本發明之精神。

本發明至少具有以下優點：

1. 本發明可以修補間隙輪廓上的凹陷(re-entry)，以避免填充間隙的氧化物中產生孔隙(voids)。
2. 本發明可以兼顧製程的效能表現(process performance)與沈積速率(deposition rate)。
3. 本發明可避免填充間隙的氧化物中產生界面(interface)。

## 五、發明說明( )

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明( )

1. 一種連續之沈積製程，用以填充一基底上之複數個複晶矽閘極之間的間隙，該些複晶矽閘極側壁上形成有氮化物間隙壁，且該些氮化物間隙壁、該些複晶矽閘極、與該基底上更形成有實質上共形的氮化物襯層(nitride liner)，該連續之沈積製程至少包含：

以臭氧和四乙基矽酸鹽(TEOS)為先導化學品組合(precursor)在該氮化物襯層上形成實質上共形的氧化物薄層；以及

在該氧化物薄層形成之後，逐漸降低該先導化學品組合之臭氧/四乙基矽酸鹽的比例，以形成氧化層填滿該些間隙。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之連續之沈積製程，其中該逐漸降低步驟係以減少臭氧濃度的方式來進行。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之連續之沈積製程，其中該逐漸降低步驟持續約 30 秒。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之連續之沈積製程，其中該些間隙內之該氮化物襯層上具有凹陷，而該氧化物薄層形成步驟係用以修補該些凹陷。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之連續之沈積製程，其中該氧化物薄層的厚度足以修補該些凹陷。

## 六、申請專利範圍

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之連續之沈積製程，其中該氧化物薄層的厚度約為 200 埃至 800 埃。

7. 一種填充複數個間隙的方法，至少包含：

以第一化學品和第二化學品為先導化學品組合 (precursor) 在該間隙中形成實質上共形的氧化物薄層；以及

在該氧化物薄層形成之後，逐漸降低該先導化學品組合之該第一化學品/該第二化學品的比例，以形成氧化層填滿該些間隙。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該些間隙包括複晶矽閘極之間的間隙 (IPD)。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該些間隙包括用以製作淺溝渠隔離的複數個淺溝渠。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該第一化學品包括臭氧。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該第二化學品包括四乙基矽酸鹽 (TEOS)。

## 六、申請專利範圍

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該逐漸降低步驟係以減少臭氧濃度的方式來進行。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該逐漸降低步驟持續約 30 秒。

14. 如申請專利範圍第 7 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該些間隙輪廓上具有凹陷，而該氧化物薄層形成步驟係用以修補該些凹陷。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該氧化物薄層的厚度足以修補該些凹陷。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之填充複數個間隙的方法，其中該氧化物薄層的厚度約為 200 埃至 800 埃。

17. 一種連續之沈積製程，用以填充一基底上之複數個複晶矽閘極之間的間隙，該些複晶矽閘極側壁上形成有氮化物間隙壁，且該些氮化物間隙壁、該些複晶矽閘極、與該基底上更形成有實質上共形的氮化物襯層(nitride liner)，該連續之沈積製程至少包含：

以臭氧和四乙基矽酸鹽(TEOS)為先導化學品組合



## 六、申請專利範圍

(precursor)在該氮化物襯層上形成厚度約為 200 埃至 400 埃的氧化物薄層；以及

在該氧化物薄層形成之後，持續逐漸降低該先導化學品組合之臭氧/四乙基矽酸鹽的比例約 30 秒鐘，以形成氧化層填滿該些間隙。

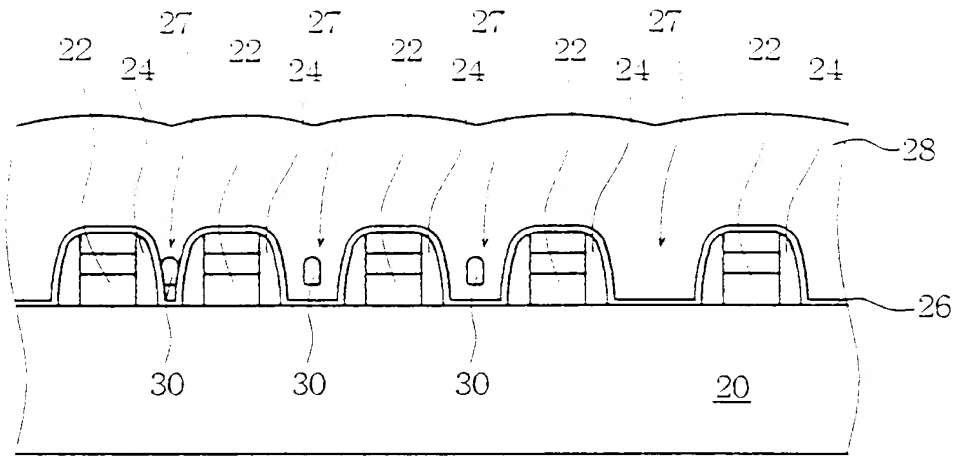
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

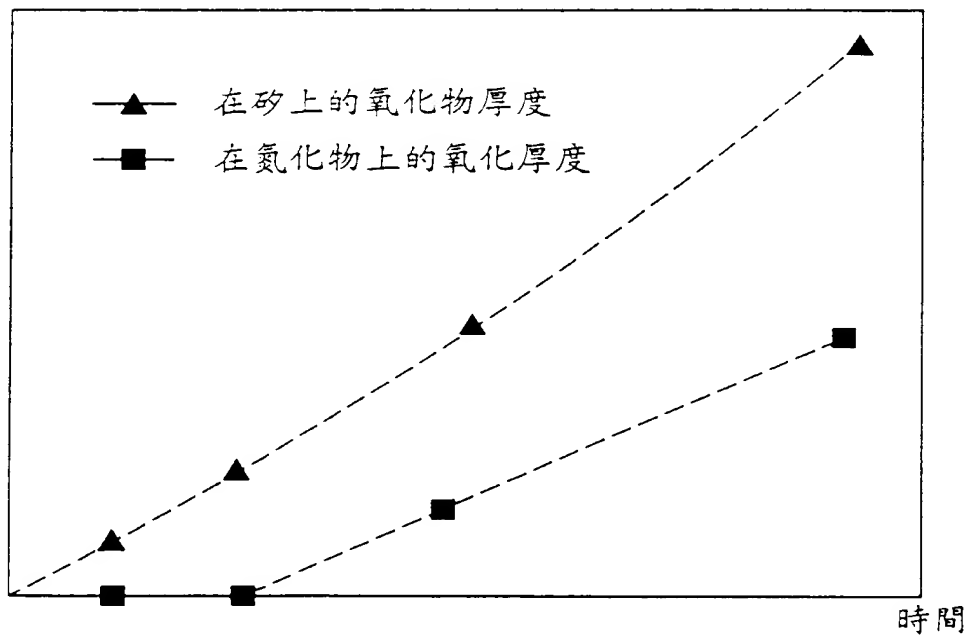
線

圖式



第 1 圖

厚度



第 2 圖

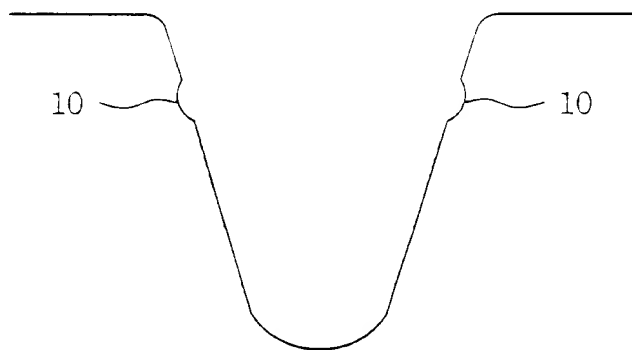
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

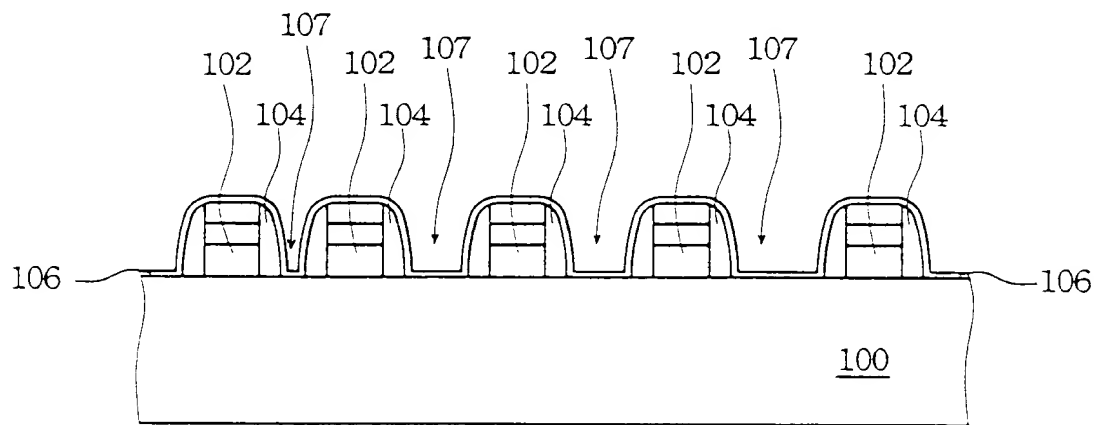
訂

線

圖式



第 3 圖



第 4 A 圖

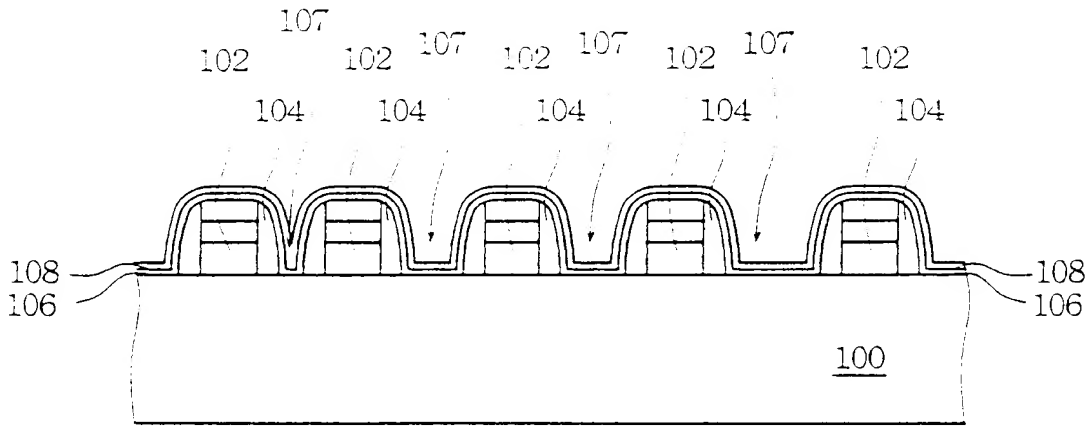
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

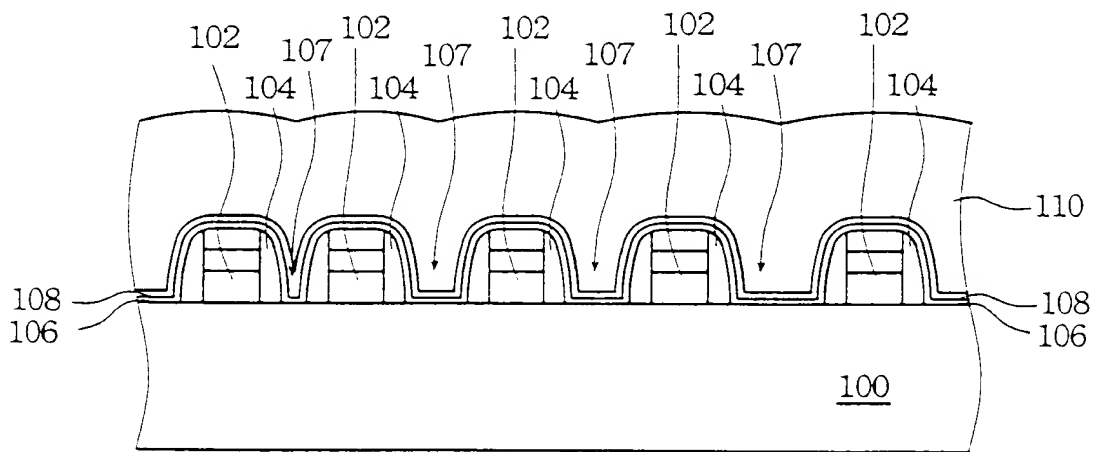
訂

線

圖式



第 4 B 圖



第 4 C 圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

線